

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-256579

(43)Date of publication of application : 25.09.1998

(51)Int.Cl.

H01L 31/04
G02F 1/133
G09F 9/00
G09F 9/00

(21)Application number : 09-059529

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 13.03.1997

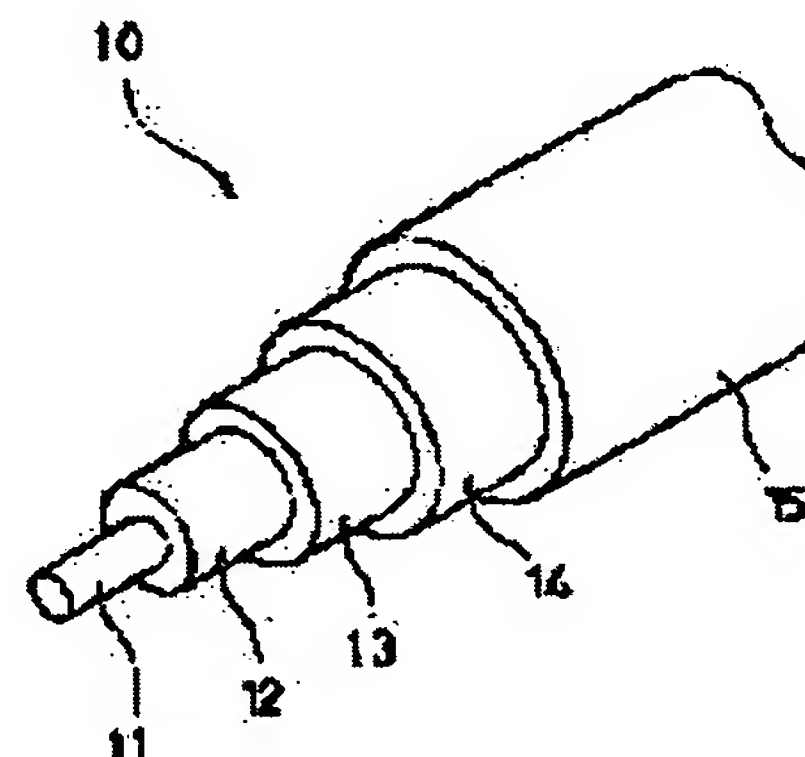
(72)Inventor : UCHIKOGA SHIYUICHI
UEDA TOMOMASA
HARA YUJIRO

(54) PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance the photoelectric conversion rate by providing a first electrode made of a linear conductive material, a semiconductor layer laminated coaxially with the first electrode to generate a potential difference between the inner and outer layers upon irradiation with light, and a second electrode formed on the opposite side to the first electrode.

SOLUTION: An n-type semiconductor 12, an i-type semiconductor 13 and a p-type semiconductor 14 are deposited sequentially with a first electrode 11 as a central axis and a second electrode, i.e., a transparent electrode 15, is formed at the outer circumferential part. When such a photoelectric conversion element 10 is irradiated with light, a potential difference appears between the electrode 11 and the transparent electrode 15. The electrode 11 is formed of linear material. Each conductor covers other semiconductor with the electrode 11 as a central axis. Since the light receiving surface is formed over the entire circumference, light can be collected efficiently and the photoelectric conversion rate can be enhanced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3435304

[Date of registration] 30.05.2003

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-256579

(43)公開日 平成10年(1998) 9月25日

(51)Int.Cl.⁶
H 0 1 L 31/04
G 0 2 F 1/133
G 0 9 F 9/00
識別記号
5 2 0
3 4 7
3 4 8

F I
H 0 1 L 31/04
G 0 2 F 1/133
G 0 9 F 9/00
B
5 2 0
3 4 7 A
3 4 8 Z

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平9-59529

(22)出願日 平成9年(1997) 3月13日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 内古閑 修一

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会
社東芝生産技術研究所内

(72)発明者 上田 知正

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会
社東芝生産技術研究所内

(72)発明者 原 雄二郎

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会
社東芝生産技術研究所内

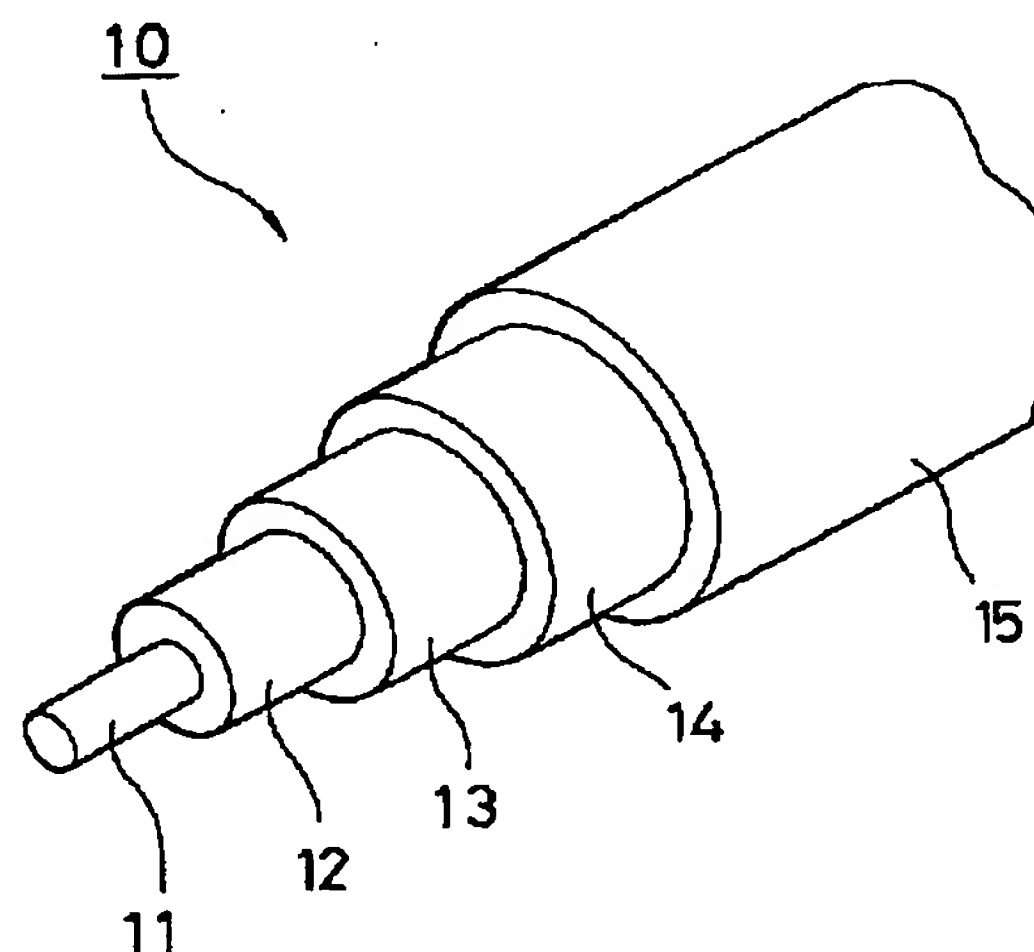
(74)代理人 弁理士 須山 佐一

(54)【発明の名称】 光電変換素子

(57)【要約】

【課題】 光電変換効率を改善するとともにロール・ツ
ー・ロールで製造できる生産性の高い光電変換素子を提供する。

【解決手段】 本発明の光電変換素子10は、導電性線
材料を第1の電極11とし、光電効果を起こすPIN接
合を有する半導体層12、13、14が第1の電極11
を被覆するように形成され、半導体層12、13、14
を被覆する透明導電性膜からなる第2の電極15を有す
る。したがって、光の収集角度が大きくなり、実質的に
光電変換効率が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 線状の導電性材料からなる第 1 の電極と、
光が照射されたとき内層と外層との間に電位差を生じるように前記第 1 の電極を軸として同軸状に積層された半導体層と、
この半導体層上の前記第 1 の電極と対向する側に形成された第 2 の電極とを具備したことを特徴とする光電変換素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光電変換素子に関し、特に太陽電池に適した構造の光電変換素子に関する。また本発明は液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 光エネルギーを電気的エネルギーに変換する太陽電池は、クリーンなエネルギー源であること、化石エネルギーの枯渇が心配されていることなどから新しいエネルギーとして注目されている。

【0003】 太陽電池の幅広い実用化を進めるためには、発電に要するコストを低減することが大きな課題である。すなわち、太陽電池を製造するためのコストと、光電変換効率とのバランスが問題である。アモルファスシリコン（a-Si）を用いた太陽電池は結晶質シリコンを用いた場合に比べ、製造コストを著しく低減することが可能であるという特徴を有しており、しかも、大面積で製造が可能である。このような製造コスト、生産性の面で利点を有することから、現在では a-Si を用いた太陽電池が汎用されている。しかしながら、a-Si を用いた太陽電池の光電変換効率は、結晶質シリコンを用いた太陽電池に比べ、約 50% 程度と低いという問題があり、光電変換効率の向上が望まれている。

【0004】 図 11 は典型的な太陽電池の構造を概略的に示す図である。この太陽電池は、基板 91 上に順次、第 1 の電極 92、p 型半導体層 93、i 型半導体層 94、n 型半導体層 95 及び第 2 の電極 96 を積層成膜したものである。基板 91 には、ガラスやプラスチック等の可視光に対して透明な絶縁性基板が用いられる。第 1 の電極 92 には可視光を透過可能な、例えば ITO（Indium Tin Oxide）などを用いた導電性透明材料が用いられる。p 型半導体層 93 としては、例えば a-Si からなる半導体層にホウ素をドーピングして用い、また n 型半導体 95 としては例えば a-Si からなる半導体層にリンをドーピングして用いる。i 型半導体層 14 にはドーピングをしない a-Si 半導体層などが用いられる。

【0005】 基板 91 方向から光が入射すると、この入射光によって p-i-n 接合部にキャリアが励起され、第 1 の電極 92 と第 2 の電極 96 との間に電位差が発生する。すなわち、光が入射すると、この入射光によって p

i-n 接合部の価電子帯の電子は光エネルギーにより励起する。電子を励起して禁止帯幅を越えるのに十分な光エネルギーが与えられれば電子は伝導帯に上がり、電子-正孔対が生じる。接合部付近では、電子や正孔などのキャリアが相手方の領域に拡散して空乏層が生じており、ここには空間電荷層ができている。光の照射により空乏層中で生じた電子は空間電荷層による高い電界により n 型領域にたまり、一方正孔は p 型領域にたまり、したがって n 型半導体層 95 と p 型半導体層 93 との間に電位差が発生する。

【0006】 第 1 の電極 92 と第 2 の電極 96 との間に生じる電位差を大きくするためには、入射光をいかに効率よく接合部に収集できるかが問題となる。この観点から考えると従来の太陽電池の構造は、平面的な接合面の一方の側のみを用いて光の収集を行うものであり、光電変換効率を低下させている大きな原因のひとつである。

【0007】 一方、太陽電池は軽量の電源であることなどから、多くの携帯用電子機器、情報端末など使用される。したがって、太陽電池の形状を多様に形成することは、適用製品の範囲を広げるためには重要な課題である。太陽電池の軽量性、任意形状を実現するためにプラスチック基板を用いることがある。基板 91 として、プラスチック基板などの弾性に富んだ材料を用いたとしても、基板 91 の弾性の範囲でしか変形させることができず、太陽電池の形状に任意性をもたせるためには問題がある。

【0008】 また、プラスチック基板を用いる場合には、耐熱性が小さいため製造工程温度を低下させる必要があり、半導体の膜質に悪影響を与えるだけでなく、製造工程の自由度、生産性を低下させているという問題がある。また、半導体成膜プロセスだけでなく、透明導電性膜の成膜温度に関しても制限を設ける必要がある。このように、太陽電池の軽量性、任意形状を実現するためには、製造工程温度を犠牲しなければならないという問題がある。

【0009】 さらに、大面積に製造可能であるということは、a-Si を用いた太陽電池の 1 つの特徴であるが、製造可能な面積は a-Si を成膜する成膜装置の大きさに依存する。また、大面積を実現する上で重要なのは、膜の均一性である。成膜装置が大型するに従って膜の均一性を確保するのは困難となる。この意味から、太陽電池の大面積化は成膜装置への依存性が高い。所望の面積を得るためには、張り合わせを余儀なくされるが、張り合わせによる抵抗成分が付け加わることにより、起電力の損失が大きくなるという問題がある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 本発明はこのような問題点を解決するためになされたものである。すなわち、本発明は光電変換効率の高い光電変換素子を提供することを目的とする。

【0011】また本発明は、軽量で多様な形状を取り得る光電変換素子を提供することを目的とする。

【0012】さらに本発明は面積の大きな太陽電池を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するために、本発明の光電変換素子は以下のような特徴を有している。本発明の光電変換素子は、線状の導電性材料からなる第1の電極と、光が照射されたとき内層と外層との間に電位差を生じるように前記第1の電極を軸として同軸状に積層された半導体層と、この半導体層上の前記第1の電極と対向する側に形成された第2の電極とを具備したことを特徴とする。

【0014】また、本発明の光電変換素子の形態としては、線状の導電性材料からなる第1の電極と、光が照射されたとき内層と外層との間に電位差を生じるように第1の電極を軸として同軸状に積層された複数の半導体層からなるダイオードと、前記ダイオードの外層を構成する半導体層上に形成された第2の電極とを具備したものをあげることができる。

【0015】ここで、第1の電極は線状の導電性材料であればよく、その断面形状は円形に限ることなく、楕円形、矩形など必要に応じて設計するようにすればよい。また、この第1の電極上に同軸状に積層される半導体層についても、断面形状は円形に限ることはない。

【0016】第2の電極は、透光性を有する導電性材料により構成するようにしてもよい。透光性を有する導電性材料としては例えばITO (Indium Tin Oxide) などを用いるようにすればよい。また、第2の電極は前記ダイオードの外層を構成する半導体層のすべての部分を覆う必要はなく、半導体層に生じるキャリアが取り出せるならば、その一部を被覆するように形成してもよい。この場合、第2の電極は透光性導電性材料により構成するようにしてもよいし、例えばCu、Al、W、Ta、Au、MoWなどの低抵抗で透光性を有する導電性材料により構成するようにしてもよい。

【0017】第2の電極を透光性導電性材料により形成する場合には、できるだけ多くの光がダイオードに入射できるように、できるだけ被覆面積が少なくなるように形成することが好適である。例えば、第2の電極は、ダイオードの外層を構成する半導体層上にスパイラル状に形成するようにしてもよい。スパイラル状以外にも、例えばメッシュ状に形成するようにしてもよい。

【0018】また、ダイオードを構成する最外層の半導体層上、あるいは第2の電極上に反射損を低減するための酸化薄膜などからなる反射防止膜を形成するようにしてもよい。

【0019】ダイオードは、光が照射されたとき内層と外層との間に電位差を生じるように、すなわち光起電力効果を有するようなダイオードを、第1の電極を軸とし

て同軸状に積層して形成すればよい。例えば、pn接合ダイオード、pin接合ダイオードなどを積層成膜するようにすればよい。例えばダイオードは、第1の電極を被覆するように形成されたn型半導体層と、n型半導体層を被覆するように形成された真性半導体層と、真性半導体層を被覆するように形成されたp型半導体層とから形成するようにしてもよい。このようなpin接合ダイオードは、例えばn型半導体層としてn型a-Siを、真性半導体層としてa-Siを、そしてp型半導体層としてはp型a-SiをプラズマCVD法などにより成膜、積層するようにして形成することができる。この他にも、例えば結晶質シリコンによりp(i)n接合を形成するようにしてもよいし、また、GaAsやCdTeなどの化合物半導体によりp(i)n接合を形成するようにしてもよい。

【0020】すなわち本発明は、導電性の線状材料の上に、光起電力効果を生じるような膜を積層することに堆積した光電変換素子である。

【0021】前述したように、a-Siを用いた太陽電池などの光電変換素子の問題点は光電変換効率の向上である。光電変換効率を改善する方法として、材料の光電変換効率を改善する方法と、光電変換素子の構造を改善する方法とがある。光電変換効率の改善という意味では、材料自身の性質に由来する光電変換効率の改良は本質的であり、a-Siの物性に関して多くの研究がなされてきているために、多くのことが理解されている。しかし、物性的な理解が直接効率の良い材料を製造することには必ずしも直結するとは限らず、材料の光電変換効率を改善していく方法は必ずしも効果的であるとは言えない。

【0022】光電変換素子の構造を変えることにより出力電力を大きくすることができれば、光電変換効率を向上させたことと同じであり、本発明は従来の材料を用いながら、実質的に光電変換効率を向上することができる。

【0023】さらに本発明の光電変換素子はケーブル状である。したがって、その形状をよりフレキシブルに形成することができる。また、ケーブル状の光電変換素子を複数配列して平面状の光電変換面を形成することも可能である。このように本発明のケーブル状光電変換素子を複数配列して太陽電池を構成すれば、より大面積の太陽電池を得ることができる。さらに、複数配列する光電変換素子を直列に接続して太陽電池を構成することにより、より大きな起電力を得ることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下に本発明についてさらに詳細に説明する。

【0025】(実施形態1) 図1は本発明の光電変換素子の構造を概略的に示す図であり、図2はこの光電変換素子の断面構造を概略的に示す図である。第1の電極で

ある電極 11 を中心軸として n 型半導体 12、i 型半導体 13、p 型半導体 14 が順次積層され、さらに第 2 の電極である透明電極 15 が外周部に形成されている。この光電変換素子 10 に光が照射されると、電極 11 と透明電極 15 の間に電位差が生じる。電極 11 を線状材料で形成することによって、太陽電池などに用いることができる光電変換素子 10 を線状（ケーブル状）に形成することができる。

【0026】本発明の光電変換素子 10 の断面構造は例えば図 2 に例示したように、電極 11 を中心として同心円状に形成する必要はなく、楕円形状でもよく、さらに不規則な閉曲線でもよい。電極 11 を中心軸として各々の半導体膜が他の膜を被覆していればよい。

【0027】例えば、n 型半導体 12 は電極 11 を被覆するように形成されるが、このとき、電極 11 の中心に対して n 型半導体 12 を同心円状に形成する必要はない。同様に、i 型半導体 13 が n 型半導体 12 を被覆する場合も、p 型半導体 14 が i 型半導体 13 を被覆する場合にも、電極 11 の中心に対して同心円状に形成する必要はない。重要なのは、図 1、図 2 に示すように、各々の半導体膜が内層側の他の半導体膜、あるいは電極を被覆することである。また、各半導体層、第 2 の電極層の厚さは、必要に応じて成膜するようにすればよい。図 1 の例では、n 型半導体 12 の厚さは約 10～100 nm、i 型半導体 13 の厚さは約 0.1～1 μm、p 型半導体 14 の厚さは約 10～100 nm であり、ITO からなる第 2 の電極 15 の厚さは約 75 nm～1 μm である。

【0028】このような構成を有する本発明の光電変換素子 10 は、受光面が全周にわたって形成されており、光を効率的に収集することができ、第 1 の電極 11 と第 2 の電極 15 との間に光電効果により電位差 V_{out} が発生することができる。図 3 は本発明の光電変換素子を太陽電池に適用した例を示す図である。また第 1 に電極 31 を、本発明の光電変換素子を応用する製品の形状にあわせて所望の形状に加工することができる。図 11 で示した従来型の太陽電池に比べ、第 1 の電極 31 の中心に対して、360° にわたる広い角度からの入射光を利用することが可能になり、実質的に光電変換効率を向上させることができる。また本発明の光電変換素子は大面積化を容易に行うことができるから、例えば第面積の太陽電池などを容易に製造することができる。また、金属などの導体材料からなる線材の周囲に形成することができるから、よりフレキシブルに形成することができる。また製造にあたって、従来のガラスやプラスチック基板上に半導体層を形成する場合に比べて、製造プロセスの温度条件の制約が非常に小さくなり、生産性も向上することができる。

【0029】（実施形態 2）図 4 は本発明の光電変換素子の構造の別の例を示す図である。図 1、図 2 に例示し

た本発明の光電変換素子と同様に、第 1 の電極である電極 11 を中心軸として n 型半導体層 12、i 型半導体層 13、p 型半導体層 14 が順次積層されている。

【0030】図 1 に例示した本発明の光電変換素子は、外周部を被覆する第 2 の電極 15 は ITO などの透明導電性膜を成膜していたが、図 4 に例示した光電変換素子では、線状の導電性材料をスパイラル状に巻き付けることにより第 2 の電極 15 b を形成している。

【0031】このような構成では、第 2 の電極 15 b として必ずしも透光性材料を用いる必要がなく、例えば不透明な金属材料により第 2 の電極 15 b を形成してもよい。また、第 2 の電極 15 b を成膜プロセスを用いずに形成することもできるから、生産性も大幅に向上し、光電変換素子の製造コストを低減することができる。このことは、例えば太陽電池など、発電に要するコストの低減が課題となっているときに特に効果的である。

【0032】（実施形態 3）図 5 は本発明の光電変換素子の構造の別の 1 例を概略的に示す断面図である。この光電変換素子は、最外層の半導体層（ここでは p 型半導体層 14）と ITO からなる第 2 の電極 15 との間に、反射防止膜として薄いシリコン酸化膜 16 が形成されている。このような反射防止膜 16 は、例えばプラズマ CVD 法などにより、n 型半導体層 12、i 型半導体層 13、p 型半導体層 14 と同様に成膜することができる、また半導体層と連続的に成膜するようにしてもよい。

【0033】このような反射防止膜 16 を備えることにより、いわゆる反射損を低減して、光電変換効率をさらに高めることができる。

【0034】さらに反射防止膜 16 を、例えば図 4 に例示した本発明の光電変換素子に適用すれば、例えば p 型半導体層 14 など外層の半導体層の保護膜としても機能させることができる。図 4 に例示した構造では、半導体層が第 2 の電極 15 により完全に被覆されていないので、アルカリなどの拡散によって光電変換素子に機能が損なわれることを防止することができる。このような反射防止膜 16 をシリコン窒化膜により形成すれば保護膜としての性能はさらに向上し、例えば水分などの阻止能をさらに向上することができる。

（実施形態 4）図 6 は本発明の光電変換素子の構造のさらに別の 1 例を概略的に示す図である。この光電変換素子は、第 2 の電極として ITO からなる透明電極 15 a と金属材料からなるスパイラル状電極 15 b とを備えている。

【0035】ITO は導電性材料ではあるが、通常の導体配線などに用いられる金属材料と比べるとその抵抗は若干高めである。したがって ITO からなる透明電極 15 a と金属材料からなるスパイラル状電極 15 b とを組み合わせた第 2 の電極を採用することにより、光電変換素子の接合面への入射光の低減を最小限に抑制しながら、半導体層外周部に形成される第 2 の電極の抵抗を小

さくすることができる。

【0036】このような光電変換素子は、例えばp型半導体層14など外層の半導体層を形成したあとに、Cuなどの導体配線を巻き付けて、その上にITOを堆積するようにしてもよいし、p型半導体層14など外層の半導体層上にさらにITOを成膜し、その上からCuなどの導体配線をの巻き付けるようにしてもよい。

【0037】（実施形態5）次に、本発明の光電変換素子の製造方法の例について説明する。図7は本発明の光電変換素子の製造方法の例について説明するための図である。

【0038】本発明の光電変換素子は、第1の電極11となる線状の導電性材料を中心軸として、この周囲に複数の半導体層をダイオードを構成するように積層成膜して形成する。

【0039】第1の電極11として用いる線状の導電性材料は、例えば、低抵抗なCu、Al、W、Ta、Au等を用いるようにすればよい。これらは1例であり、他の金属材料、合金などを用いるようにしてもよい。また、この時点で例えば太陽電池の形状など、本発明の光電変換素子を適用する製品の形状に合わせて変形してもよい。例えば太陽電池を大きく屈曲させた形状で使いたい場合には、この時点で所望の形状に整えておくようにすればよい（図7（a））。

【0040】次に、第1の電極11に対して、図1、図2に例示したように、n型半導体層12、i型半導体層13、p型半導体層14、透明導電性材料からなる第2の電極15を順次積層して被覆してゆく（図7（b）～図7（e））。n型半導体12、i型半導体13、及びp型半導体14としては、例えばa-Si（アモルファスシリコン）を基本とした半導体層を用いるようにしてもよい。a-Siを堆積する方法としては、例えばプラズマ励起による化学気相堆積法（PECVD法）を用いるようにしてもよい。そしてn型半導体層12としては例えばリンをドーブしたa-Si半導体層を用い、p型半導体層14としては例えばホウ素をドーブしたa-Si半導体層を用いるようにすればよい。また、第2の電極15としてはITOなどの可視光に対して透過性のある透明導電性膜を用いるようにしてもよい。したがって、従来の半導体、薄膜トランジスタなどの製造方法を大きく変更することなく、本発明の光電変換素子を製造することができる。また、本発明は従来のようにガラスやプラスチックなどの基板上に半導体層を積層成膜する構成ではないから、製造プロセスの温度条件の制約が非常に小さくなり、生産性を向上することができる。

【0041】（実施形態6）つぎに本発明の光電変換素子を複数組み合わせ構成した太陽電池について説明する。

【0042】図8は上述した本発明の光電変換素子10を単位要素として大面積化し、より大きな起電力が得ら

れるようにした太陽電池の構成を概略的に示す図である。

【0043】光電変換素子10を複数本並べることで、容易に大面積化を実現することができる。図4のように束ねた場合、各光電変換素子の外周部に形成された第2の電極15（透明電極）が相互に接続されることになるので並列接続になる。そこで、図8に示したような、本発明の光電変換素子を複数本並列接続した構成のユニット20をさらに直列に接続することで、より大きな電位差を発生させることができる。

【0044】図9はこのような構成を有する太陽電池の構成を概略的に示す図である。光電変換素子10を複数本並列接続したユニット20を、さらに複数個直列接続して太陽電池を構成している。ユニットを構成する光電変換素子10の第1の電極11は共通接続され、隣接するユニットの第2の電極と接続する。このような構造を採用することにより容易に直列接続を実現でき、より大きな出力 V_{out} を得ることができる。

【0045】図9では光電変換素子4本により1個のユニット20を構成し、このユニット20をさらに5個直列接続した構成であるが、ユニット20を構成する光電変換素子10の本数、太陽電池を構成するユニット20の個数は必要に応じて定めるようにすればよい。例えば同様の接続を繰り返すことにより、さらに大きな面積を持つ太陽電池を構成することができる。太陽電池の面積は図9に示すLとWの積で決定されるが、Lは図3の第1の電極31の長さで決定し、Wは接続する光電変換素子の数で決定される。このような太陽電池は、面積、形状ともに所望のものを得ることができる。さらに、図9に例示したような構成を透光性を有する導電性樹脂材料などで固定するようにしてもよい。

【0046】図9に示すLは第1の電極31の長さに依存するが、半導体層12乃至14、第2の電極15を成膜する成膜装置は長さLに制限されることはない。例えば、第1の電極11の長さLが成膜装置の長さLに比べ大きい場合には、ロール・ツー・ロールの成膜を行うようにすればよい。熱化学気相反応成膜（熱CVD法）を用いれば、真空に関する配慮は不要であり、原理的には無限長のLに対する成膜が連続的に行うことができる。また、本発明では2次元的な成膜の均一性を気にする必要がないから、大型成膜装置で問題となる成膜の均一性に配慮する必要もない。したがって本発明では、光電変換素子、太陽電池の要素をロール・ツー・ロールで作成することができ、生産性を大きく向上することができる。

【0047】また図11に示したように、従来の技術では基板11として用いる材料によって製造工程の最高温度が制限されていた。これに対して本発明では、第1の電極11に金属線などの線状の導電性材料を採用することによって、従来のようにガラス基板、プラスチック基板を使用する場合に比べて、製造工程の最高温度をより

自由に選択することができるから、膜質の向上を図ることができると同時に、生産性も大きく向上する。

【0048】（実施形態7）実施形態6では、本発明の光電変換素子を用いて大面積の太陽電池を構成した例について説明したが（図9参照）、これ以外にもケーブル状であることを利用して応用することができる。

【0049】図10は本発明の光電変換素子を適用した透過型液晶表示装置の断面構造を概略的に示す図である。この液晶表示装置30は、画素電極31が形成されたアレイ基板32と、対向電極33が形成された対向基板34との間に液晶層35を挟持したものである。液晶層35は画素電極31と対向電極33との間に形成される電界にตอบสนองして、その配向、層状態などが変化し、光の透過率が制御される。一方アレイ基板32の背面にはバックライト36が配設されており、このバックライト36からの光を液晶層35をライトバルブとして変調することにより表示が行われる。したがって画素電極31が形成されていない領域は表示に寄与してない。

【0050】そこで、表示に寄与しない、隣接する画素電極31の隙間の部分に、本発明の太陽電池を配設する。具体的には、例えばアレイ基板の図示しない走査線、信号線が形成された領域の背面に配設するようにすればよい。

【0051】このような液晶表示装置30では、表示に寄与しない領域に照射される照射光を有効に用いて、発電することができる。したがって、液晶表示装置の電源消費を低減するとともに、使用時間の長い時間化、バッテリーの小形化などを行うことができる。

【0052】光電変換素子は、画素電極と画素電極とを間隔が許す限り、束ねて配設してより大きな起電力を得るようにすればよい。また、光電変換素子の配設に起因して表示画素内部の電界を乱さないため、また、アレイ基板の製造工程を複雑化させないために、光電変換素子はアレイ基板のバックライト側に設置することが好適である。

【0053】（実施形態8）近年、ノート型のパーソナルコンピュータや携帯表示端末などの表示素子としての液晶表示装置（LCD）の研究開発が盛んに行われている。ガラスの基板の上に非晶質シリコン（a-Si）膜を用いた薄膜トランジスタ（TFT）からなるスイッチング素子を形成したアクティブマトリクス型液晶表示装置により、安価で大面積、高精細、高画質で低消費電力なフラットパネルディスプレイが実現されているからである。

【0054】この種の液晶表示装置は、透明絶縁性材料からなるアレイ基板と、アレイ基板と平行に配置された透明絶縁性材料からなる対向基板と、アレイ基板と対向基板の間に挟持された液晶層とを備えており、液晶層に電圧を加えて液晶分子の配向、相状態を変えることにより表示を行っている。アレイ基板の上にはTFTなどの

スイッチング素子がマトリクス状に形成されており、スイッチング素子には走査線、信号線及び画素電極が電気的に接続されている。

【0055】従来のアクティブマトリクス型液晶表示装置に関して、図12、図13、図14を用いて説明する。図12はアレイ基板の構成を概略的に示す図、図13は単位画素の平面構造を概略的に示す図、図14は単位画素の断面構造を概略的に示す図である。

【0056】アレイ基板121上の表示領域122には、画素電極123と画素電位を制御する薄膜トランジスタ124が形成されている。薄膜トランジスタはゲート電極125a、ソース電極126a、ドレイン電極126bからなる電界効果型トランジスタである。ゲート電極125aを透明絶縁性材料からなるアレイ基板121上に形成した後、ゲート絶縁膜127、半導体層128を順次形成して薄膜トランジスタ124を構成する膜を堆積する。表示領域122の外側には、アレイ基板121上の走査線125b及び信号線126bと接続配線を介して接続する接続パッド130a、130bが形成されている。また、アレイ基板121の周辺には樹脂フィルムなどからなる周辺基板131が配置され、周辺基板上には周辺回路32が配置され、異方性導電膜（Anisometric Conducting FilmまたはAnisotropic Conductive Film：ACF）を介してTape Automated Bonding（TAB）により周辺基板131と接続パッド130a、130bとの間の電気的接続が取られている。

【0057】これに対し、上記の薄膜トランジスタを有する液晶表示装置とは全く構造が異なる薄膜トランジスタを有する液晶表示装置が提案されている。この薄膜トランジスタは線状の導電性材料の上に半導体膜、絶縁膜などを積層成膜したものである。

【0058】図15はこのようなケーブル状の薄膜トランジスタを備えた液晶表示装置のアレイ基板の構成を概略的に示す図である。また図16、図17はこのようなケーブル状の薄膜トランジスタの構造を概略的に示す図である。図16は導体線の中心と平行な面での断面図、図17はこの中心軸と直交する面での断面図である。

【0059】線状の導電性材料からなるゲート電極145aと、このゲート電極表面に形成されたゲート絶縁膜147と、このゲート絶縁膜上に形成された半導体層148と、この半導体層上に離間して形成されたソース・ドレイン電極146aとを有し、ゲート絶縁膜147、半導体層148、ソース・ドレイン電極146aは、ゲート電極をなす金属線材料145bの中心と同軸上に形成されている。

【0060】このような薄膜トランジスタ144が形成された金属線145bを、溝を設けたアレイ基板141上に埋め込み、さらに画素電極143、信号線146b

をそれぞれ形成することによりアレイ基板を作成する。金属線 145b は表示領域 142 の外側まで延在して形成されており、外側にある金属からなる第 1 の接続パッド 150a において外周部と電氣的接続がなされている。

【0061】また、アレイ基板 141 の周辺には樹脂フィルムなどからなる周辺基板 151 が配置され、周辺基板上には周辺回路 152 が配置され、周辺回路 152 と第 2 の接続パッド 150b との間は異方性導電膜 (ACF) を介して TAB により電氣的接続が形成されている。

【0062】この種の薄膜トランジスタは、使用する基板とは独立したロールとして金属線上に作成できるために、基板の耐熱温度に制限されることがなく、高温プロセスにより良好な特性を得ることができる。従って、比重が小さく、対衝撃性があるものの耐熱性が低い問題があったプラスチックなどを基板に用いることも可能となる。また、規定以上の薄膜トランジスタが不良となった場合、図 12 のような従来の液晶表示装置では基板すべてを破棄する必要があるのに対し、この構造では薄膜トランジスタを形成後に良好な特性を示す薄膜トランジスタを選択して基板に組み合わせて表示装置を作成ことが可能であり、生産性が高く、コストが低減されるというメリットがある。

【0063】その一方で、図 15 のような金属線の上に形成した薄膜トランジスタを有する液晶表示装置においては、図 12 のような液晶表示装置に比べて接続パッドを介しての電氣的接続部分の数が増えるために、接続部分での不良が増えることによる生産性の低下が発生するという問題が生じる。

【0064】さらには、接続パッドの数が増えるために、表示領域の外周部の面積が大きくなるため、有効表示面積の割合が小さくなる、という問題も生じる。

【0065】このように金属線の上に形成した薄膜トランジスタを有し、金属線は表示領域の外側まで延びており、外側にある金属からなる第 1 の接続パッドにおいて外周部の金属配線と電氣的接続がなされており、さらに第 2 の接続パッドにおいて外周部の金属配線と周辺回路の電氣的接続が取られているような液晶表示装置においては、接続パッドを介しての電氣的接続が増えるために、接続部分での不良が増えることによる生産性の低下が発生するという問題や、接続パッドの数が増えるために、表示領域の外周部の面積が大きくなるため、有効表示面積の割合が小さくなるという問題を解決することが望まれている。

【0066】このような課題を解決するためには、例えば、絶縁性透明材料からなるアレイ基板と、このアレイ基板に対向して配置され、対向する面に共通電極が形成された対向基板と、前記アレイ基板および対向基板間に介在して形成された液晶層とを具備する液晶表示装置に

おいて、前記アレイ基板の周辺領域に配置され、可視領域の光を遮光するとともに前記アレイ基板よりも融点の高い材料からなる周辺基板と、前記アレイ基板上から前記周辺基板まで伸延して配設された、導電性材料からなる線状配線とを具備するようにしてもよい。

【0067】また、前記線状の配線上には同軸上に薄膜トランジスタが形成されており、この薄膜トランジスタを駆動するための駆動素子は前記周辺基板上に形成されており、前記線状の配線と前記駆動素子とは前記周辺基板上に形成された導体薄膜配線を介して接続するようにしてもよい。

【0068】例えば前記周辺基板はシリコンなどの半導体材料から形成するようにしてもよい。

【0069】すなわち本発明の液晶表示装置は、絶縁性透明材料からなるアレイ基板と、このアレイ基板に対向して配置され対向する面に共通電極が形成された対向基板と、前記アレイ基板および対向基板間に介在して形成された液晶層とを具備する液晶表示装置において、前記アレイ基板の周辺に配置され、このアレイ基板よりも融点の高い材料からなる、可視領域の光を透過しない周辺基板と、このアレイ基板上に配置され、この周辺基板まで伸延した、導電性材料からなる線状の配線とを具備している。

【0070】このような問題点を解決するために本発明の液晶表示装置は、絶縁性透明材料からなるアレイ基板と、アレイ基板よりも融点の高い材料からなる、可視領域の光を透過しない周辺基板を有し、アレイ基板上に配置された導電性材料からなる線状の配線は周辺基板上まで延びており、周辺基板上の接続パッドによって周辺回路と電氣的接続がなされることにより、接続部の数を少なくすることが可能である。

【0071】さらには、周辺基板として、シリコンなどの半導体基板を用いることにより、半導体の微細加工工程を用いた周辺回路を形成することが可能となる。上記のような液晶表示装置においては、接続部の数を少なくすることができるために、接続部分での手良を抑えることができ、生産性が向上する。さらには、接続パッドの数が減少するとともに、微細な周辺回路を形成することが可能となるために、表示領域の外周部の面積が小さくなるため、有効表示面積の割合を大きくすることができる。

【0072】図 18 を用いて、このような液晶表示装置の実施形態を説明する。

【0073】導電性の金属線 105b としては低抵抗な Cu、Al、W、Ta、Au 線などを使用する。金属線 105b 上に順次ゲート絶縁膜 107、半導体層 108、コンタクト層 109 とソース・ドレイン電極材料 106a を金属線 105b を覆うように形成する。ゲート絶縁膜 107 としてはシリコン酸化膜、シリコン窒化膜などを、半導体層 108 としては a-Si:H 膜やポリ

シリコン膜などを用いればよい。

【0074】また、コンタクト層109としては例えばP（リン）をドーブしたa-Si:Hを用いればよい。これらをエッチングすることにより、図19に示したような薄膜トランジスタ104を形成することができる。

【0075】上記のような方法で形成した薄膜トランジスタ104を複数個形成した金属線105bを溝付きのアレイ基板101に行方向に埋め込む。この際、金属線105b上の薄膜トランジスタ104の数は作成しようとする液晶表示装置の行方向の画素の数と等しく、また画素電極103のピッチに適合するように等間隔で形成されている必要がある。また、薄膜トランジスタ104が等間隔に形成されている部分の外側は金属線105b上に絶縁膜107や半導体層108、コンタクト層109が残らないようにエッチングしておく必要がある。埋め込んだ薄膜トランジスタに表示用の画素電極103を形成し、埋め込んだ金属線105bに対して列方向にソース・ドレイン電極106aを形成し、アクティブマトリクス型のアレイ基板101を形成する。金属線105bはゲート電極の役割を果たし、薄膜トランジスタ104のオン・オフを制御する。そして、この薄膜トランジスタ104は、画素電極に電圧を印可するスイッチングトランジスタの役割を果たす。ソース・ドレイン電極106aを形成する際に、同時に信号線106bと周辺回路112を接続するための信号線側の接続パッド110bを形成する。アレイ基板101の周辺に配固したSiなどの耐熱性の高い不透明な材料からなる周辺基板112の上にゲート線側の接続パッド110aを配置し、接続パッド110a上において金属線105bと周辺回路111との電気的接続を取る。周辺回路111と接続パッド110aは同一工程によって形成することも可能である。

【0076】

【発明の効果】以上説明したように、光が照射されたとき内層と外層との間に電位差を生じるように線状の導電性線材料を中心軸として同軸状に積層された複数の半導体層を積層して光電変換素子を形成することにより、導電性の線状材料に対して、光収集を360°にすることが可能になる。さらに、線状であるために任意の形状を取ることができる。線状材料上に太陽電池を形成するために光電変換素子、太陽電池のロール・ツー・ロールでの製造を実現し、大面積を容易に実現することができる。

【0077】したがって、太陽電池をはじめとして、光電変換素子の利用分野を大きく拡大することができる。また、従来の光電変換素子と比べて集光可能な光の角度が増加し、実質的に光電変換効率を向上することができる。

【0078】また、本発明の光電変換素子を複数並列配置することによって大面積の光電変換素子を容易に得る

ことができる。また、直列接続することによってより大きな起電力を得ることができる。

【0079】さらに本発明の光電変換素子は、従来のようにガラスやプラスチックなどの基板上に半導体層を積層成膜する構成ではないから、例えば製造プロセスの最高温度を自由に設定できるなど、製造プロセスの温度条件の制約が非常に小さくなり、生産性を向上することができる。また、製造装置についても大型化する必要がなく、ロール・ツー・ロールで製造することができる。したがって製造コストを低減することができる。

【0080】また、上述したような構成を備えた液晶表示装置によれば、金属配線と周辺回路の電気的接続部の数を少なくすることができるために、接続部分での不良を抑えることができ、生産性を向上することができる。

【0081】さらには、接続パッドの数が減少するとともに、微細な周辺回路を形成することが可能となるために、表示領域の外周部の面積が小さくなるため、有効表示面積の割合を大きくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光電変換素子の構造の例を概略的に示す図。

【図2】図1の光電変換素子の断面構造を概略的に示す図。

【図3】本発明の光電変換素子を太陽電池に適用した例を示す図。

【図4】本発明の光電変換素子の構造の別の例を概略的に示す図。

【図5】本発明の光電変換素子の構造のさらに別の例を概略的に示す断面図。

【図6】本発明の光電変換素子の構造のさらに別の例を概略的に示す図。

【図7】本発明の光電変換素子の製造方法の例を説明するための図。

【図8】本発明の光電変換素子を用いた太陽電池の構成の例を概略的に示す図。

【図9】本発明の光電変換素子を用いた太陽電池の構成の別の例を概略的に示す図。

【図10】図10は本発明の光電変換素子を適用した透過型液晶表示装置の断面構造を概略的に示す図。

【図11】従来の光電変換素子の構造を概略的に示す図。

【図12】従来の液晶表示装置のアレイ基板の構成を概略的に示す図。

【図13】従来の液晶表示装置の部分拡大図。

【図14】従来の液晶表示装置の薄膜トランジスタの断面図。

【図15】従来の液晶表示装置の概略構成を示す図。

【図16】従来の液晶表示装置の薄膜トランジスタの断面図。

【図17】従来の液晶表示装置の薄膜トランジスタの断

面図。

【図 18】 本発明の液晶表示装置の構成を概略的に示す図。

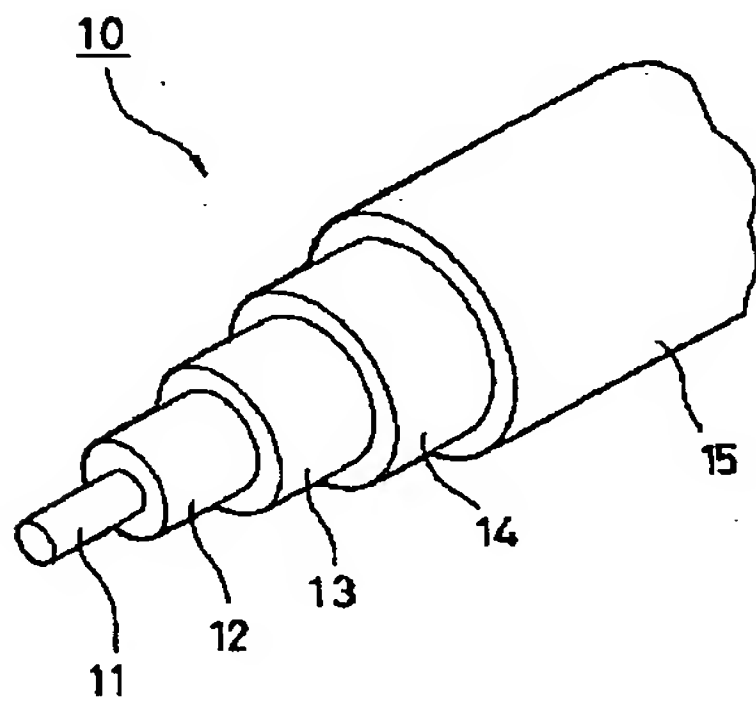
【図 19】 本発明の液晶表示装置に適用される薄膜トランジスタの断面図。

【符号の説明】

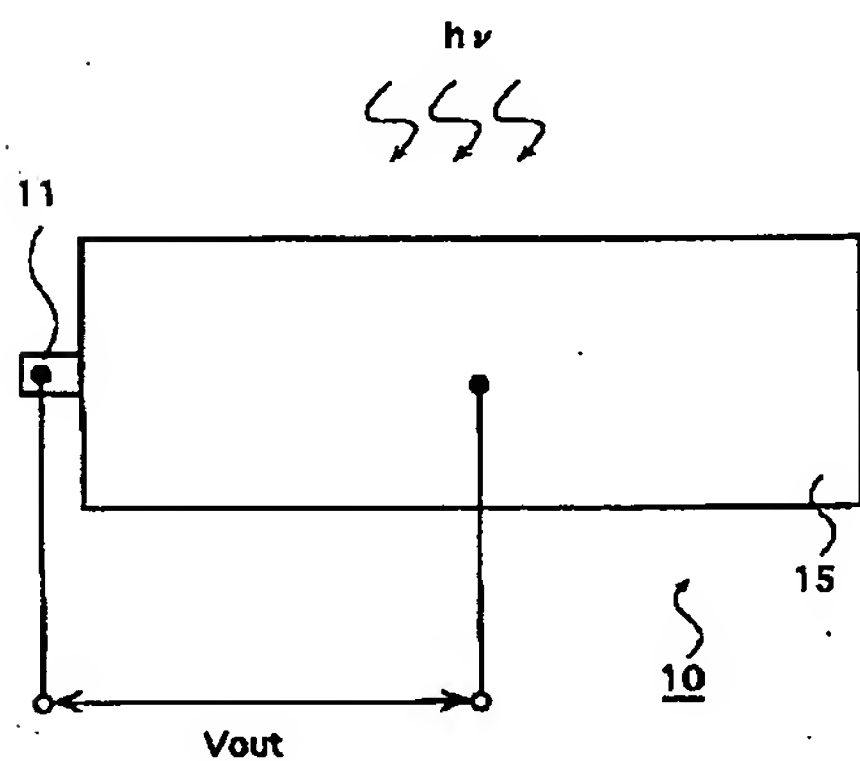
11……………第 1 の電極
12……………n 型半導体層
13……………i 型半導体層
14……………p 型半導体層
15……………第 2 の電極
15b……………第 2 の電極（スパイラル状）
16……………反射防止膜
101、121、141……………アレイ基板
102、122、142……………表示領域

103、123、143……………画素電極
104、124、144……………薄膜トランジスタ
105a、125a、145a……………ゲート電極
105b、125b、145b……………ゲート配線
106a、126a、146a……………ソース・ドレイン電極
106b、126b、146b……………信号線
107、127、147……………ゲート絶縁膜
108、128、148……………半導体層
109、129、149……………コンタクト層
110a、130a、150a……………第一の接続パッド
110b、130b、150b……………第二の接続パッド
111、131、151……………周辺基板
112、132、152……………周辺回路

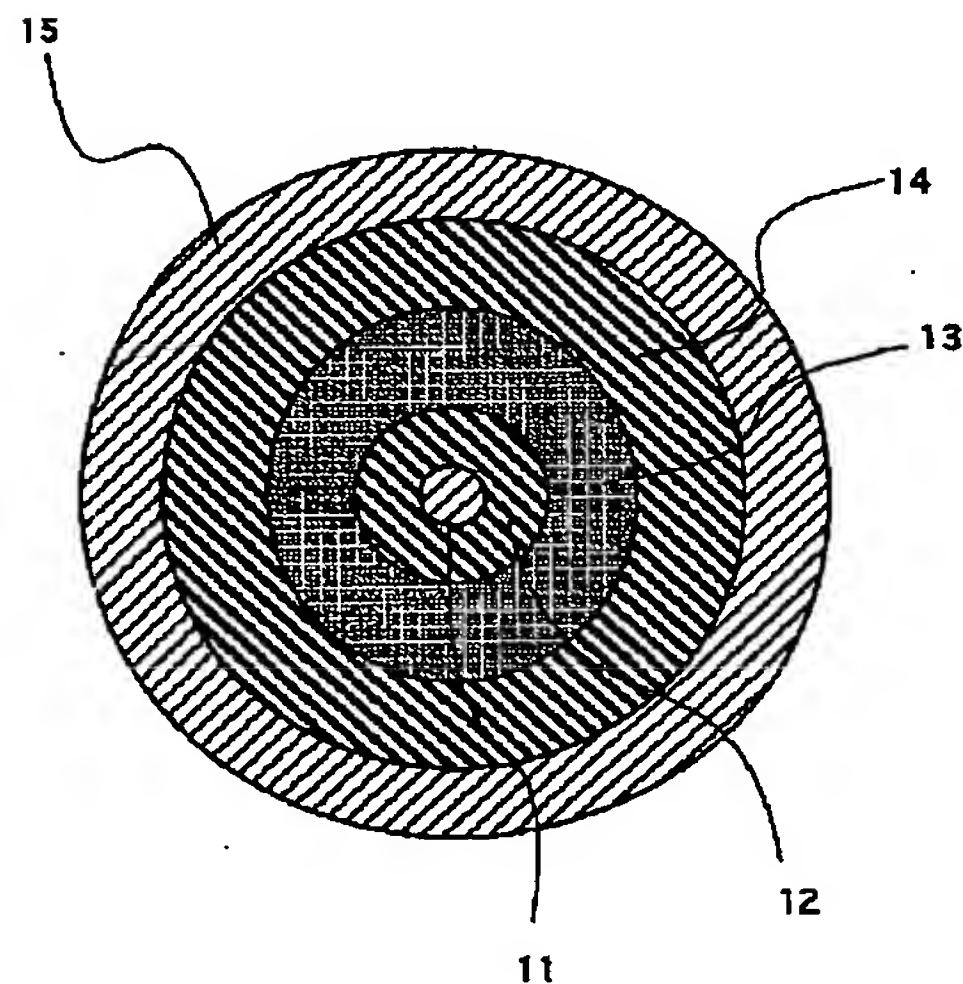
【図 1】



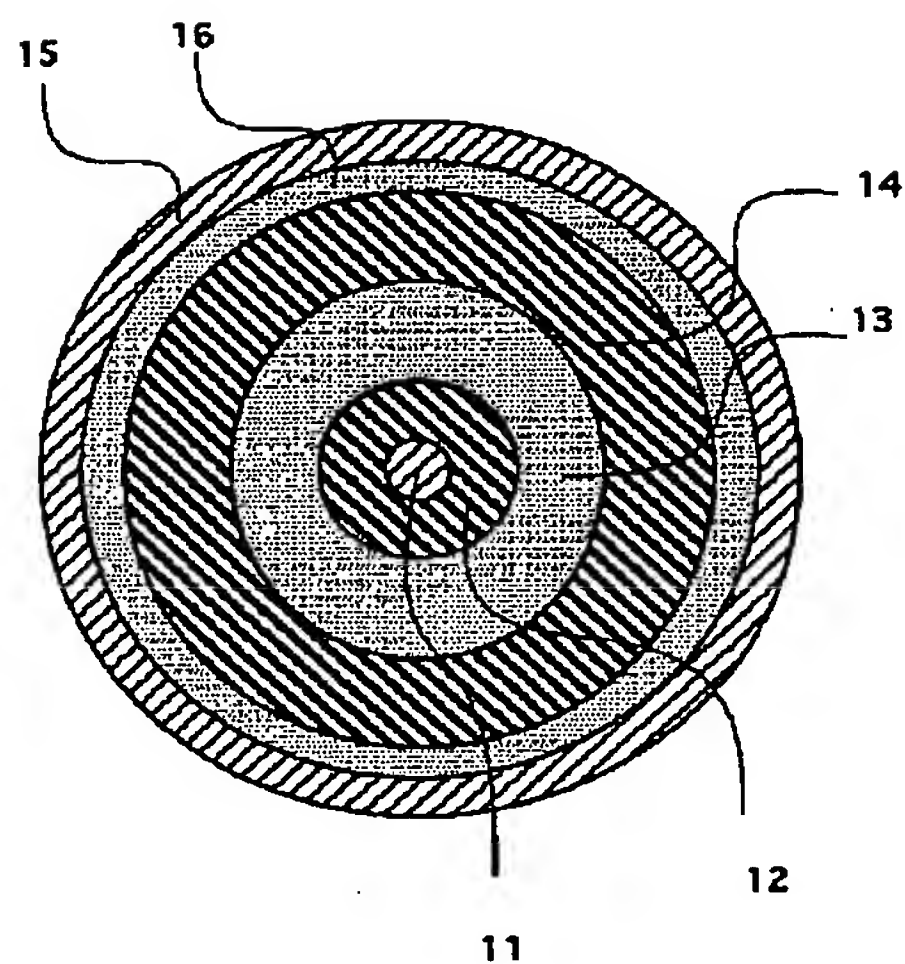
【図 3】



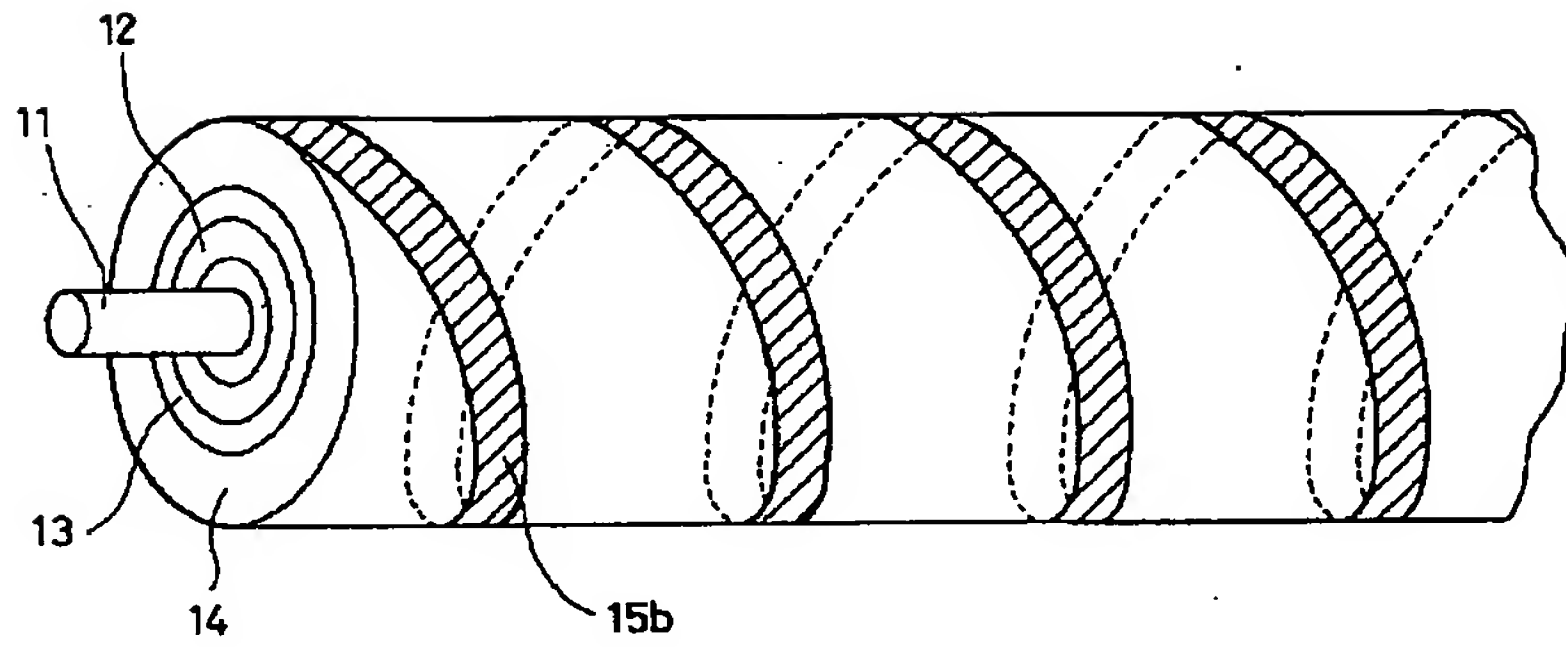
【図 2】



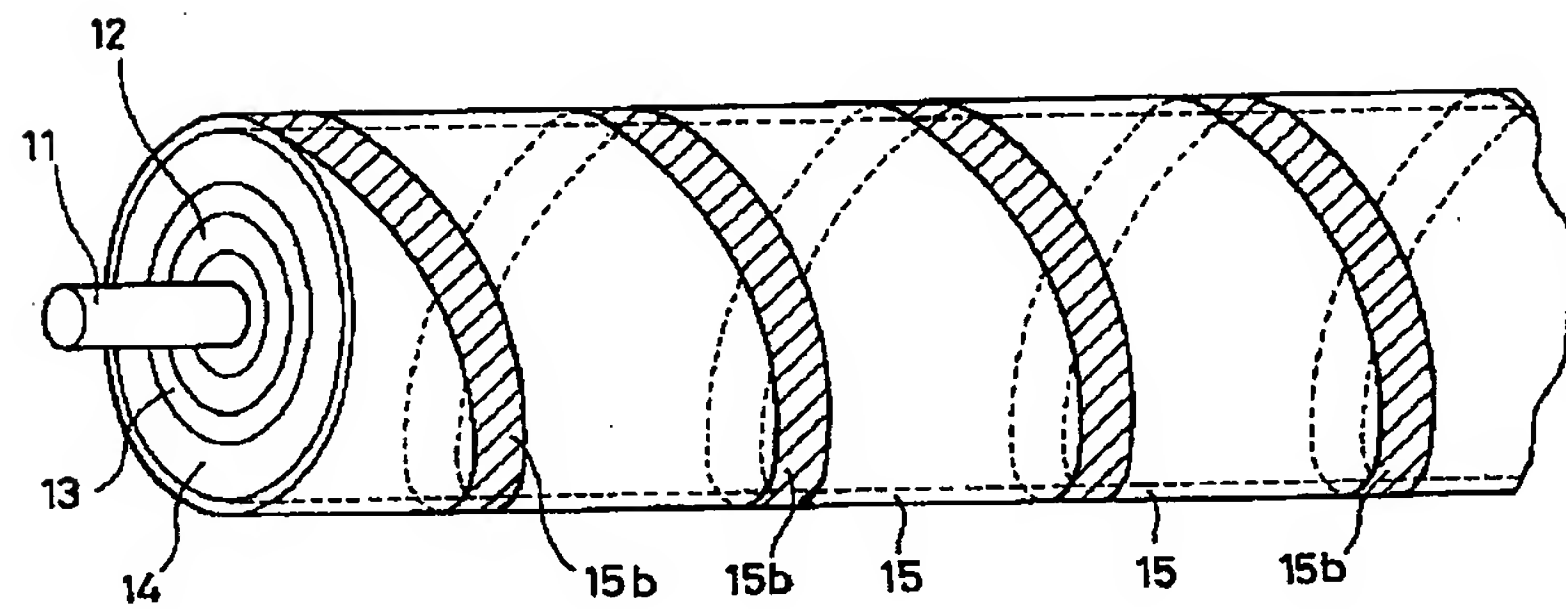
【図 5】



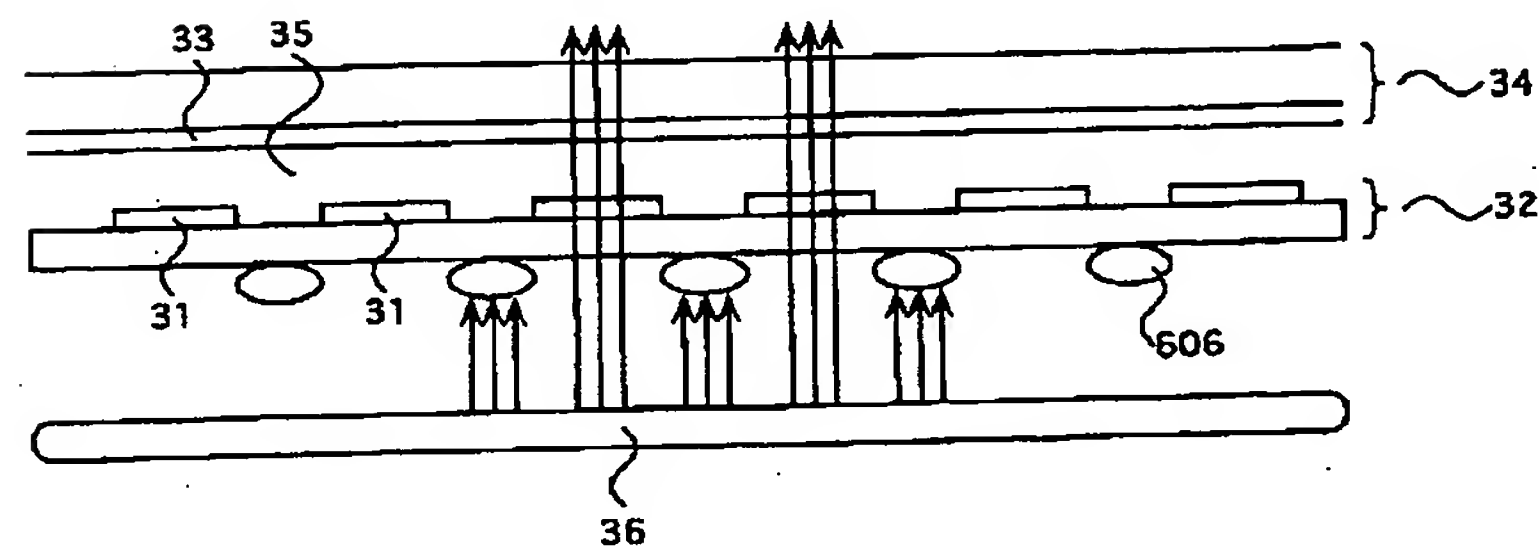
【図 4】



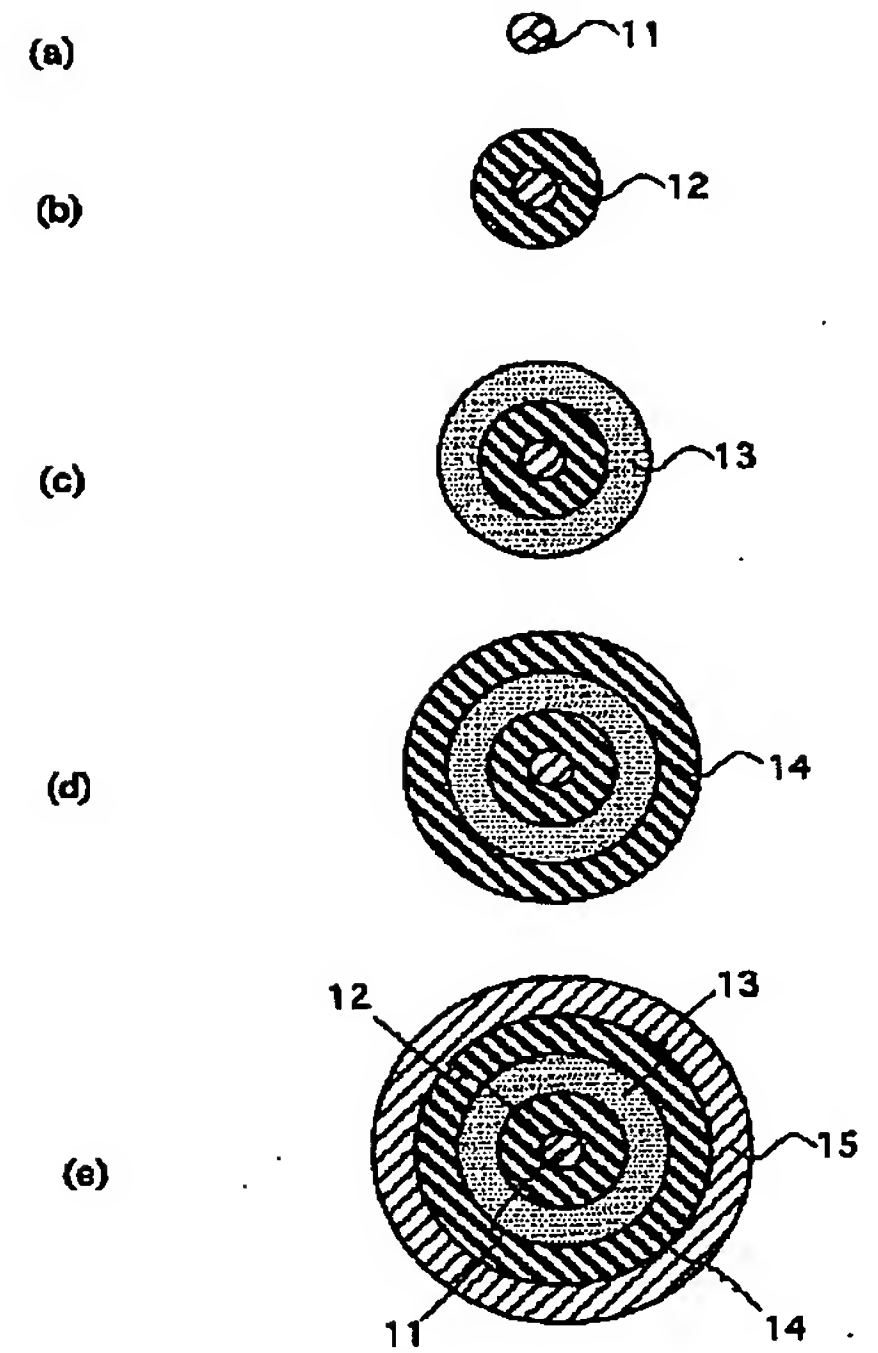
【図 6】



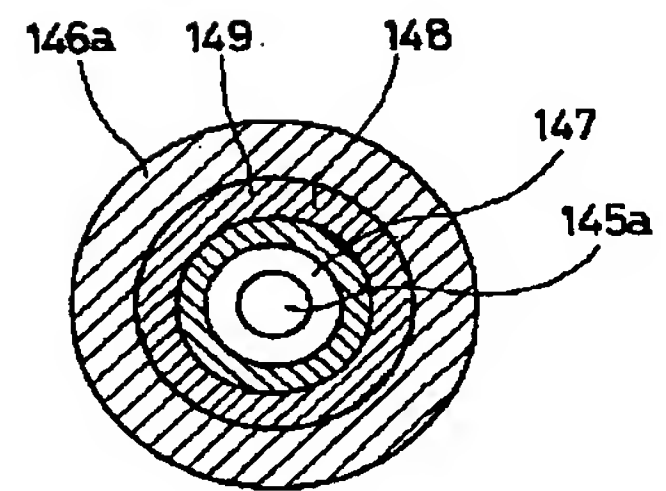
【図 10】



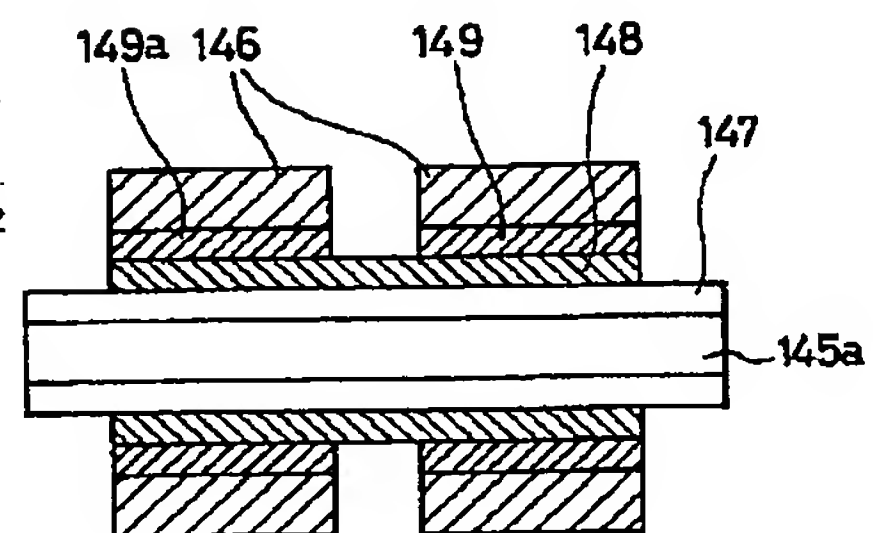
【図 7】



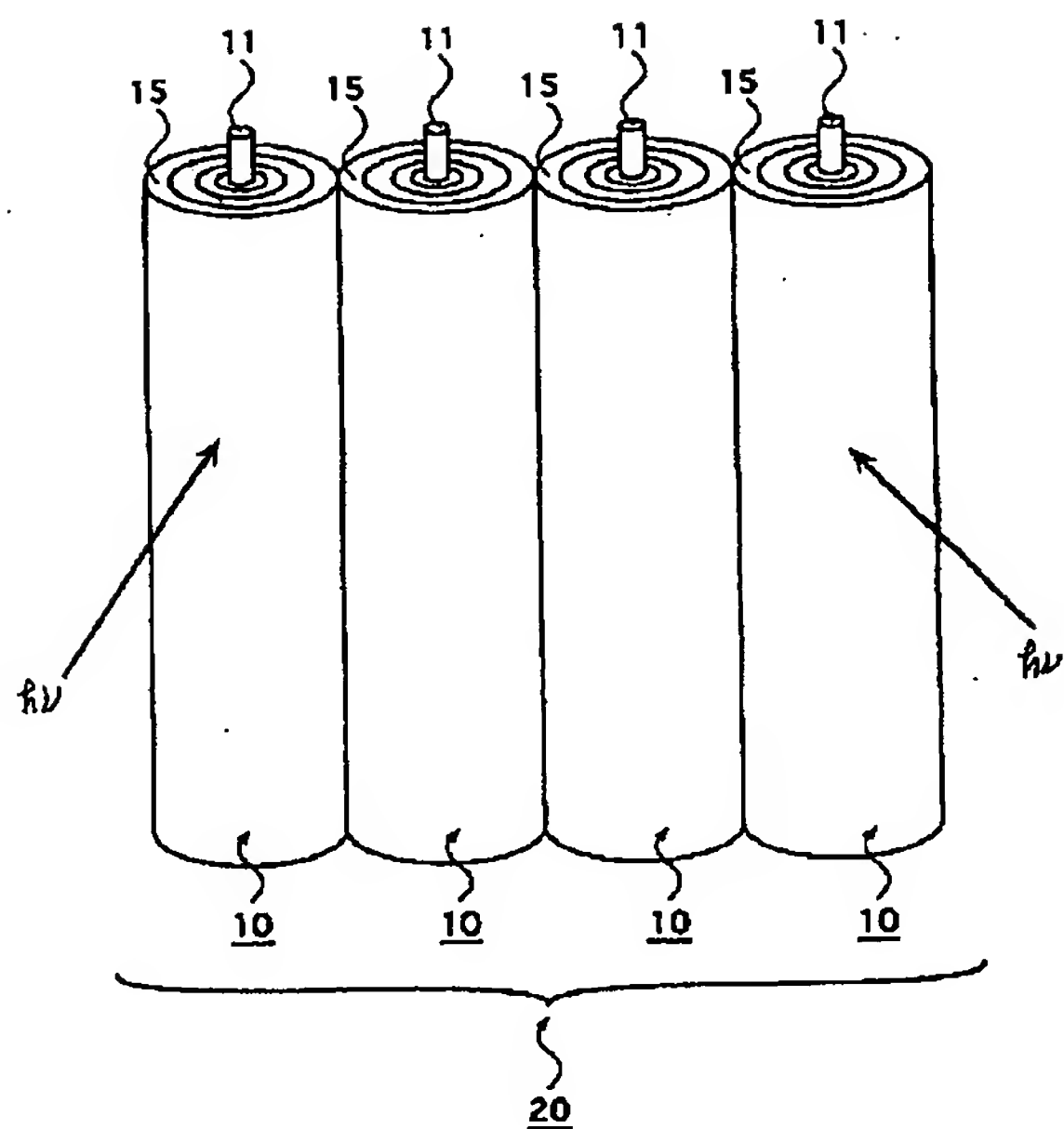
【図 17】



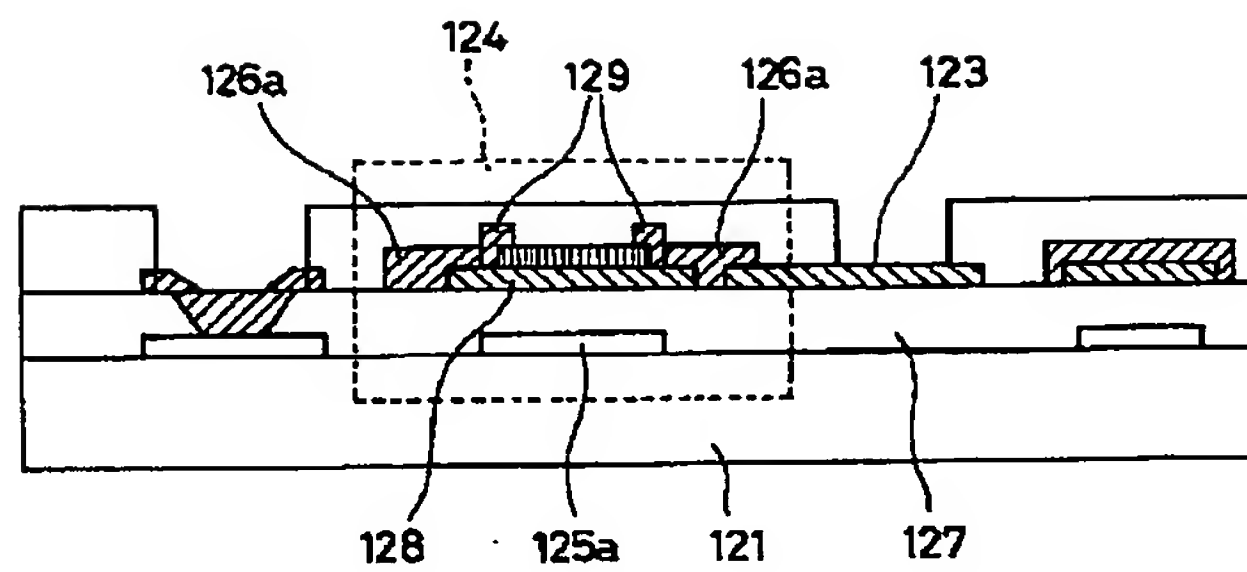
【図 16】



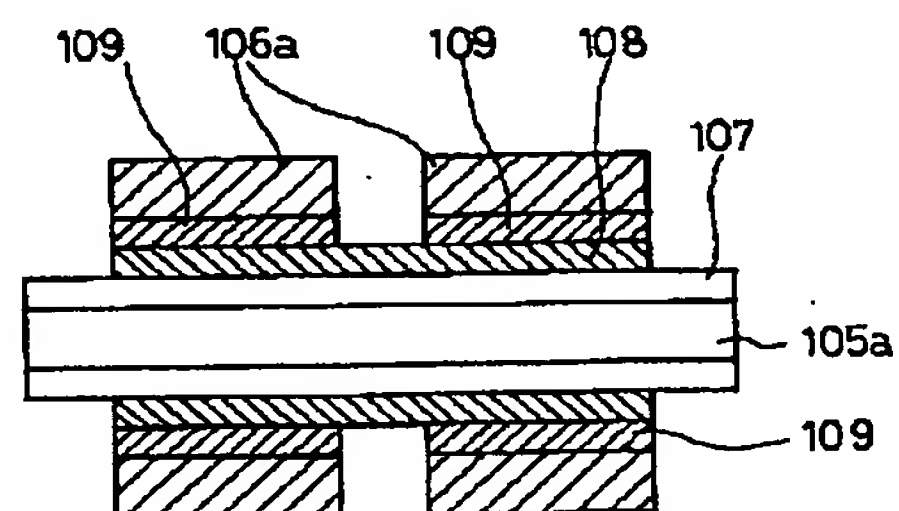
【図 8】



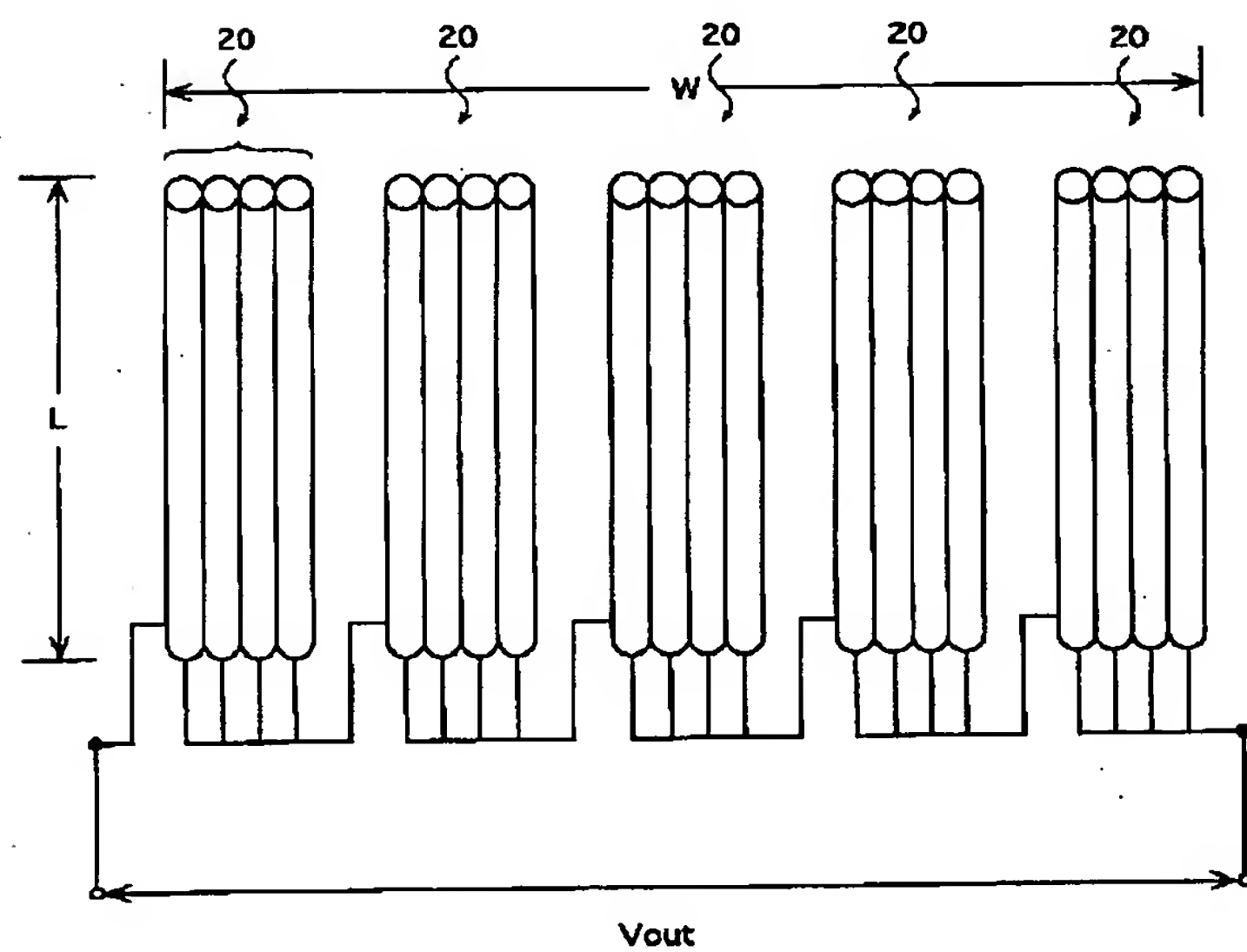
【図 14】



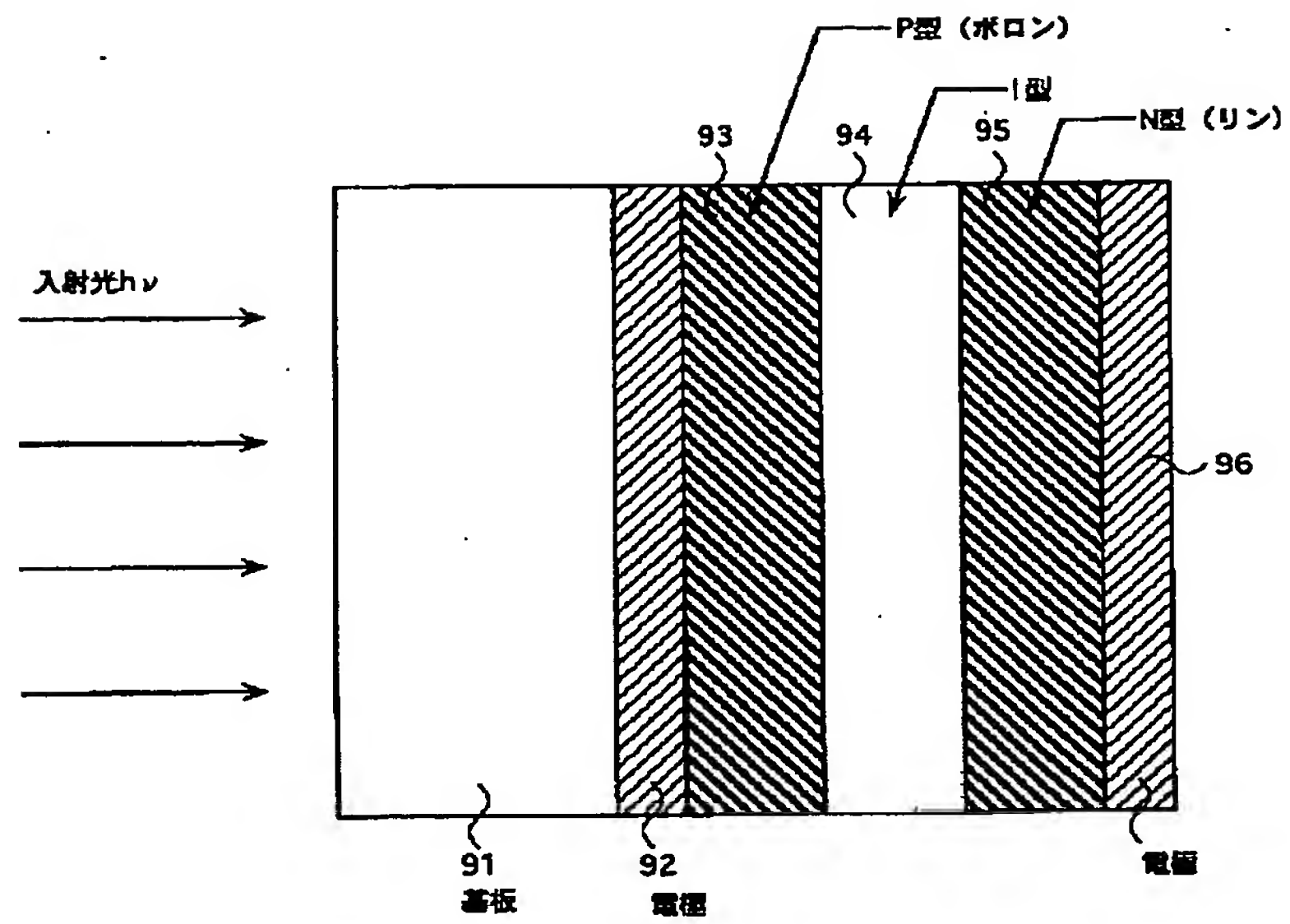
【図 19】



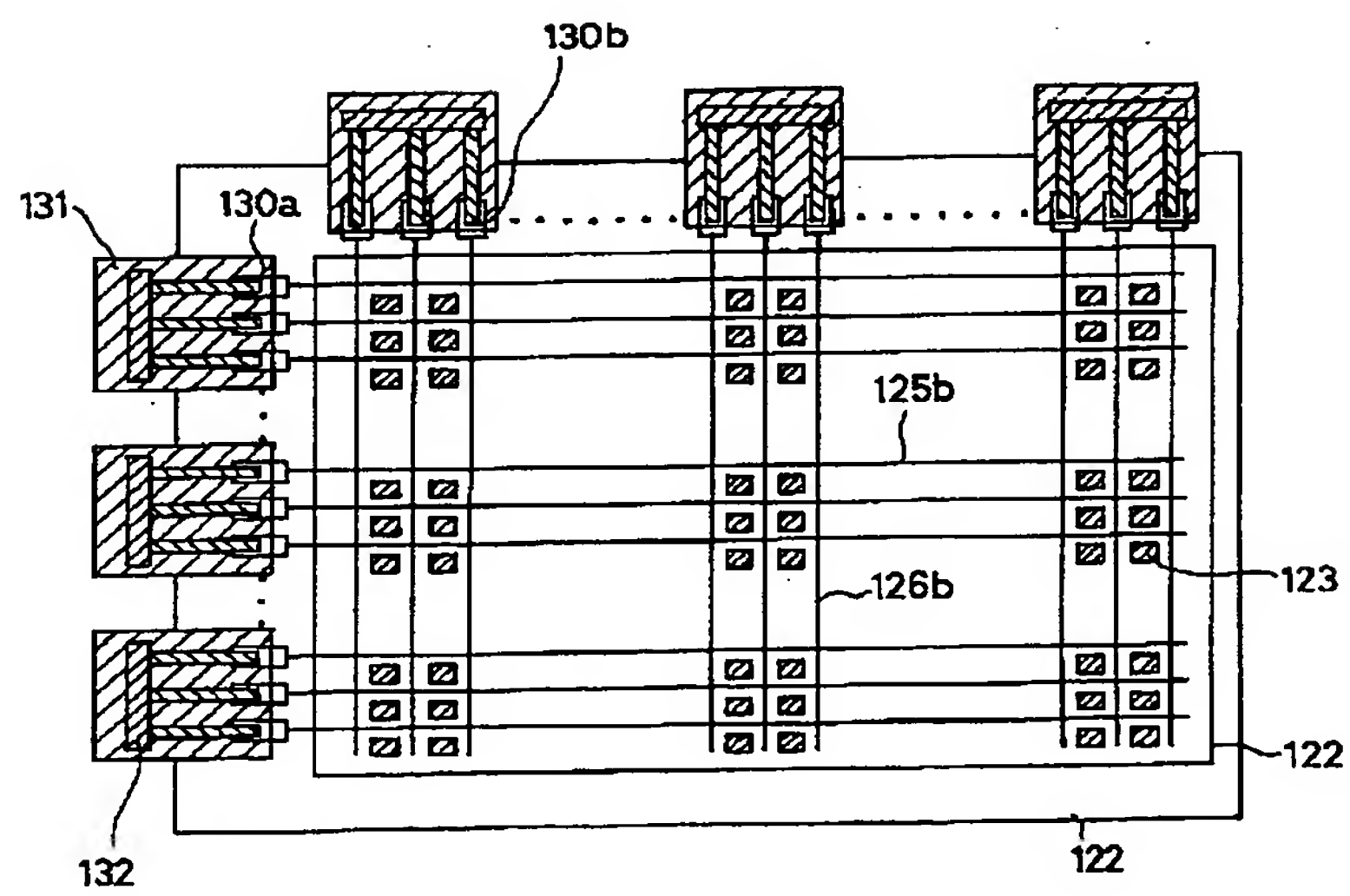
【図 9】



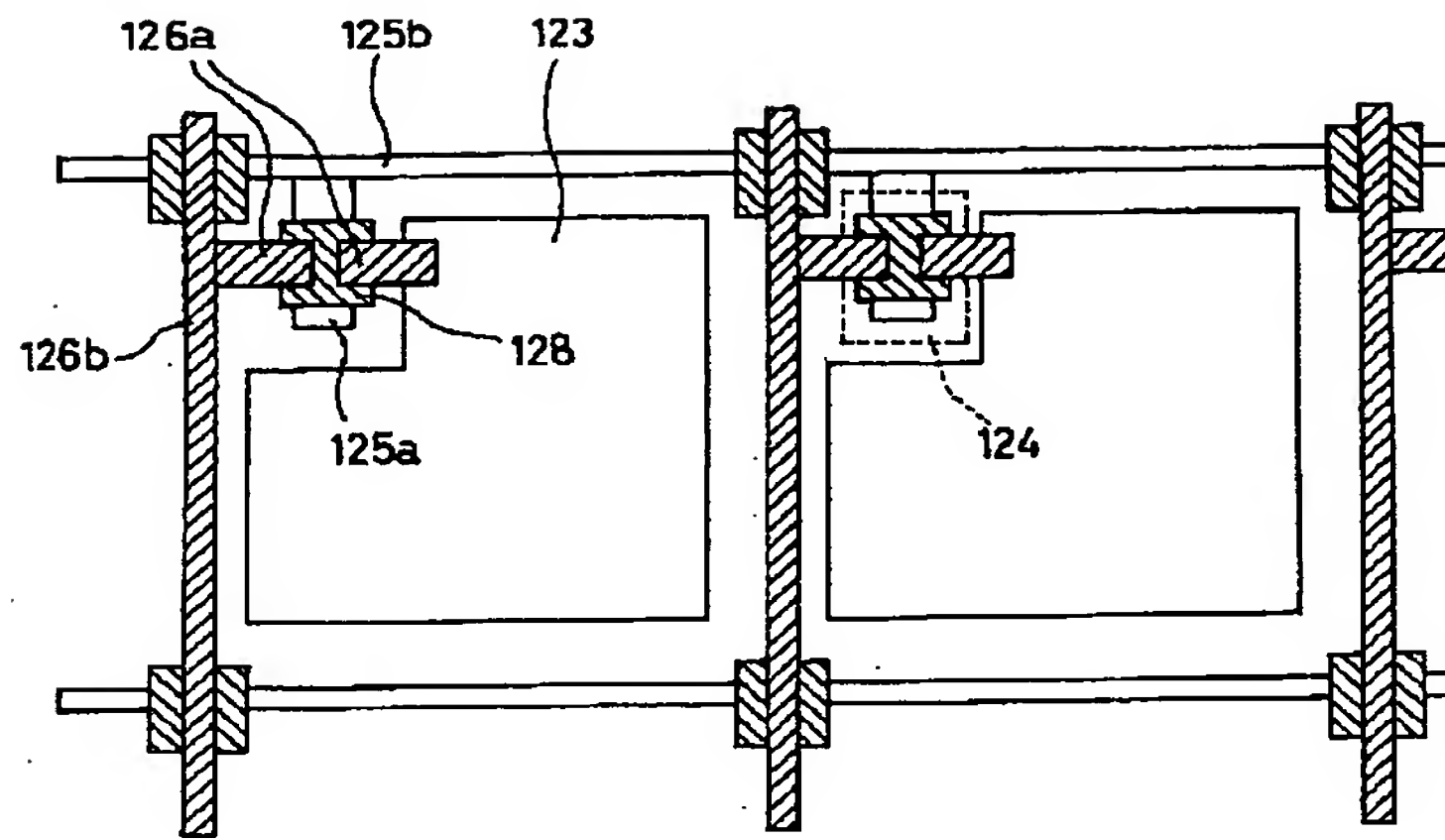
【図11】



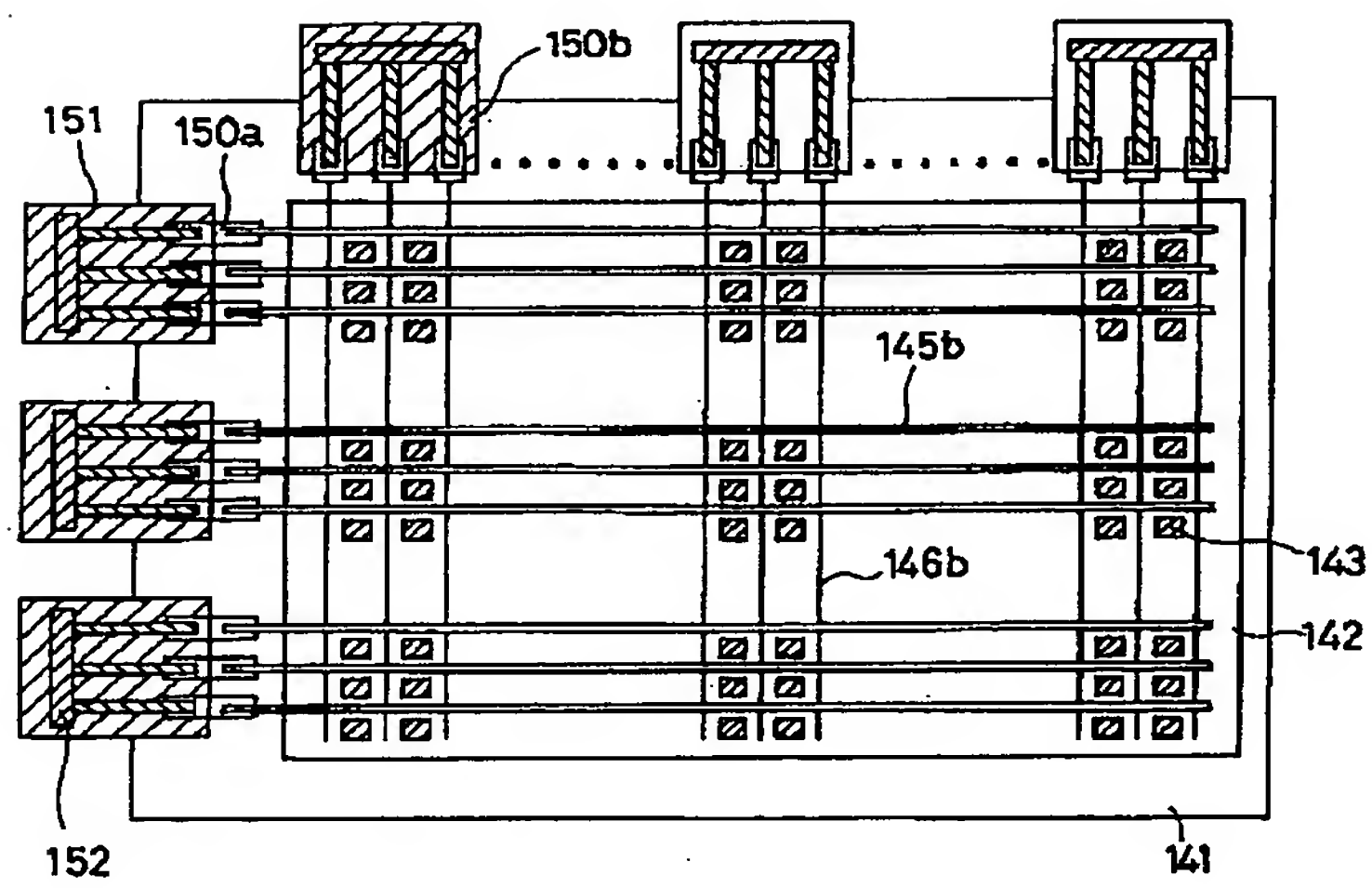
【図12】



【図 13】



【図 15】



【図 18】

